

10041 EVALUACIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS DIGITALES QUE INCORPORAN REALIDAD AUMENTADA. REVISIÓN DE VARIABLES E INSTRUMENTOS

Edith Lovos⁽¹⁾⁽²⁾, Tatiana Gibelli⁽¹⁾⁽³⁾, Cecilia Sanz⁽⁴⁾

⁽¹⁾Centro Interdisciplinario de Derechos Inclusión y Sociedad

Sede Atlántica, Universidad Nacional de Río Negro

⁽²⁾elovos@unrn.edu.ar

⁽³⁾tgibelli@unrn.edu.ar

⁽⁴⁾III-LIDI Facultad de Informática

Universidad Nacional de La Plata

csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen: En la comunidad educativa la inclusión de las TIC como mediadoras de los procesos de enseñanza y aprendizaje lleva ya un tiempo de discusión. Una de las cuestiones abordadas consiste en determinar la calidad de los materiales digitales, que se incorporan, con fines didácticos, a los procesos de enseñanza. Con la actualización de diversas tecnologías, principalmente celulares inteligentes, y tabletas, y sumado a la posibilidad de acceso a las mismas, surgen nuevas posibilidades para el desarrollo de materiales educativos digitales y en particular, a la inclusión de actividades de realidad aumentada como parte de estos materiales. Esto hace necesario revisar los instrumentos que permiten analizar la calidad de los mismos poniendo especial foco en el impacto de las actividades de realidad aumentada para profundizar en las oportunidades que esta tecnología aporta.

En este trabajo se presenta una revisión bibliográfica sobre métodos y herramientas que posibilitan el análisis de materiales educativos digitales que incluyen actividades con realidad aumentada.

Palabras clave: MATERIAL EDUCATIVO DIGITAL, REALIDAD AUMENTADA, EVALUACIÓN.

Introducción

En este trabajo se presenta una revisión bibliográfica sobre métodos y herramientas que posibilitan el análisis de materiales educativos digitales basados en realidad aumentada.

El mismo se lleva adelante en el marco de un proyecto de investigación denominado “La mediación de las tecnologías de la información y la comunicación en procesos educativos. Innovaciones para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje” (PI-UNRN-40-C-486), financiado por la Universidad Nacional de Río Negro. El objetivo principal del mismo, consiste en investigar metodologías y estrategias innovadoras que favorezcan procesos educativos mediados por TIC, en particular por aquellas consideradas emergentes como la realidad aumentada.

Material Educativo Digital

Todo acto educativo implica acciones comunicativas entre docente y estudiantes, quienes comparten información y la procesan para generar conocimiento. Esta comunicación se apoya en materiales educativos (como tablero, libros, documentos, etc) que sirven como mediadores en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, para comunicar los contenidos y facilitar su comprensión y apropiación. En el contexto actual, las TIC posibilitan la producción y la publicación de materiales digitales que integran texto, imagen, audio, animación, video, voz grabada, es decir diferentes lenguajes que componen lo que se conoce como materiales multimediales o hipermediales, cuando estos presentan recorridos a través de hipervínculos. Los materiales digitales, a diferencia de los materiales con soporte tangible (como los libros, los documentos impresos, el cine y la TV) requieren de un dispositivo tecnológico (computadora por ejemplo) y, en algunos casos, de la disponibilidad de servicios como conexión a Internet para acceder a ellos.

Se denominan entonces Materiales Educativos Digitales (MED) a los materiales digitales que tienen una intencionalidad educativa, por ejemplo, informar sobre un tema, ayudar en la adquisición de un conocimiento, reforzar un aprendizaje, remediar una situación desfavorable, favorecer el desarrollo de una determinada competencia y evaluar conocimientos (García, 2010). Es decir, apuntan al logro de un objetivo de aprendizaje y su diseño responde a unas características didácticas apropiadas para facilitar ese aprendizaje. Hay un tipo particular de material educativo digital denominado Objeto de Aprendizaje (OA), que hace referencia a una unidad de aprendizaje pequeña, auto-contenida y reutilizable (Correa, 2006). Sanz et al(2014) amplían esta definición indicando que un OA está caracterizado desde un punto de vista pedagógico, por su orientación hacia un objetivo específico de aprendizaje así como también por presentar al menos: una serie de contenidos relacionados, actividades para promover el aprendizaje y una autoevaluación que le permita a los destinatarios del mismo, determinar si han alcanzado los objetivos propuestos. Lo que distingue a los OA de otros tipos de materiales educativos es que, además de la intencionalidad pedagógica, deben contar con información acerca de su contenido (metadatos) que permitan localizarlo y abordar su contextualización (Astudillo et al; 2012). Al mismo tiempo, tienen una granularidad tal que es factible su ensamblaje para construir itinerarios de aprendizaje diferentes.

Una de las tecnologías emergentes con posibilidad de inclusión para el desarrollo de MED, es la realidad aumentada (RA). Esta se caracteriza por: (a) una combinación de objetos virtuales y reales en un escenario real, (b) usuarios interactuando en tiempo real y (c) una alineación entre los objetos reales y virtuales (Azuma et al., 2001). Respecto a su potencialidad en el plano educativo, permite incorporar multimedia a los procesos de enseñar y aprender, innovar en la práctica docente y promover el diseño de materiales educativos atendiendo a los requerimientos didácticos (Avendaño, 2012). Cabero y Barroso (2015), señalan que para su incorporación en los procesos de enseñanza y aprendizaje es necesario tener en cuenta ciertos principios, entre ellos: el diseño de los entornos debe ser flexible de manera que su inclusión en el proceso educativo, no se convierta en un problema técnico; la producción de materiales debe tener en cuenta múltiples plataformas y soportes y se hace necesaria la formación de los docentes en competencias didácticas que les permitan incluir las TIC en sus prácticas de enseñanza, posibilitando a través de la RA la creación de “escenografías educativas enriquecedoras”, más allá de las cuestiones tecnológicas.

Evaluación de MED

Una posibilidad para mejorar las prácticas educativas que incluyen materiales digitales es conocer información acerca de estos a través de una evaluación constructiva que genere información sobre las ventajas y desventajas de los mismos, sus potencialidades y limitaciones y acerca de cómo utilizarlos (Pinto et al, 2012).

Así, por ejemplo, Fernández-Pampillón et al (2012) proponen una herramienta llamada CODA que permite determinar la calidad de un OA, entendiendo que la calidad se vincula al concepto de eficacia, tanto en su aspecto didáctico como tecnológico. La herramienta puede ser usada tanto por autores como por evaluadores de OA, “expertos en sus disciplinas pero no necesariamente expertos en informática y didáctica”. La misma es una rúbrica que permite medir diez criterios de calidad, los primeros 5 evalúan el aspecto didáctico y los restantes la calidad tecnológica: Documentación Didáctica, Calidad de los Contenidos, Reflexión crítica e innovación, Interactividad y adaptabilidad, Motivación, Formato y Diseño, Usabilidad, Accesibilidad, Reusabilidad, Interoperabilidad.

En el caso particular de los materiales digitales educativos basados en RA, Da Silva y colaboradores (2016) hacen algunas recomendaciones para su evaluación:

1. Uso de múltiples métricas: basadas en la revisión de la literatura y en experiencia empírica, se propone el uso de múltiples métricas tanto cuantitativas como cualitativas para tener una mejor visión de la tecnología insertada en el contexto de la enseñanza, así como sus efectos;
2. Evaluación integral: se recomienda tener una comprensión de las experiencias no sólo puntual, sino también longitudinal para entender su efecto en el desarrollo del estudiante a más largo plazo.
3. Función del docente: es importante que los investigadores comprendan las rutinas del docente, los objetivos y los criterios que tienen para seleccionar los recursos o materiales para su propuesta de enseñanza. Por lo tanto, es aconsejable considerar el punto de vista del docente cuando adopte, utilice y evalúe la integración de la tecnología en su aula. Además, al involucrar a los docentes, es importante que reconozcan el valor de una tecnología dada, ya que cualquier proceso de adopción de una nueva herramienta requiere un alto nivel de compromiso de su parte, lo que puede llevar mucho tiempo.
4. Flexibilidad de las herramientas: es importante disponer de herramientas que sean lo suficientemente flexibles para facilitar el aporte de contenido, por parte de los profesores, y también se recomienda flexibilidad en términos de interacción.

Mediante una exploración de la literatura disponible en el tema de evaluación de materiales y experiencias educativas con RA, se observó que la mayoría hace hincapié en tres cuestiones: el aprendizaje (medido mayormente a través del rendimiento académico), la motivación y la usabilidad del recurso tecnológico. Este trabajo se concentra en los dos últimos ejes (variables de análisis). Para estas dos variables -motivación y usabilidad- se presentan los modelos teóricos referenciados en la literatura para conceptualizarlas y los instrumentos que se aplican para su medición.

Motivación

Una de las variables analizadas en investigaciones vinculadas a implementación de TIC en educación es la motivación, considerada como la fuente de energía responsable de que los estudiantes decidan hacer un esfuerzo por aprender. Uno de los modelos teóricos para interpretar esta variable es el modelo de motivación ARCS de Keller (1987) que considera cuatro componentes:

- Atención: necesaria para despertar y sostener curiosidad y interés
- Relevancia: une las necesidades de los aprendices, su intereses y motivos con los objetivos del aprendizaje.
- Confianza: ayudan a los estudiantes a desarrollar una expectativa positiva para el logro exitoso
- Satisfacción: mantienen el refuerzo extrínseco y intrínseco, valorando el esfuerzo y los logros en su justa medida.

Como instrumento para medir la variable motivación, en varios estudios (Bolliger et al., 2010; Green & Sulbaran, 2006; Rodgers & Withrow-Thorton, 2005) se utiliza el cuestionario IMMS (*Instructional Materials Motivation Survey*). El mismo, surge como un modelo descriptivo para diagnosticar problemas asociados con la motivación del aprendizaje con base en el modelo de motivación ARCS de Keller. El cuestionario contiene 36 ítems que utilizan una escala Likert de 5 puntos comprendidas en el rango de Muy De Acuerdo a Muy en Desacuerdo, y tiene un coeficiente de confiabilidad documentado de 0.96 (Keller, 2010). Di Serio y colaboradores (2013) utilizan dicho instrumento modificándolo ligeramente para adaptar su terminología al campo de la realidad aumentada.

Por su parte, Edward L. Deci y Richard M. Ryan (2000) proponen la Teoría de la Autodeterminación, que define el concepto de motivación, como la energía necesaria para hacer esfuerzos y persistir en las tareas de la vida y el trabajo. A menudo la motivación se ve afectada por factores externos como sistemas de recompensa, grados, evaluaciones o las opiniones de otros sujetos (motivación extrínseca). Con la misma frecuencia, las personas se sienten motivadas internamente, por intereses, curiosidad, cuidado o valores perdurables (motivaciones intrínsecas) que permiten sostener pasiones, creatividad y realizar esfuerzos. La interacción entre las fuerzas extrínsecas y los motivos intrínsecos y necesidades inherentes a la naturaleza humana es la base de la Teoría de la Autodeterminación. La misma analiza cómo los factores sociales y culturales facilitan o socavan el sentido de volición e iniciativa de las personas, además de su bienestar y la calidad de su desempeño. Se argumenta que las condiciones que apoyan la experiencia del individuo de autonomía, competencia y parentesco fomentan las formas de motivación y compromiso más volitivas y de alta calidad para las actividades, incluyendo el mejor desempeño, la persistencia y la creatividad. Sumado a esto, esta teoría postula que el grado en el cual estas necesidades psicológicas no se apoyan o se frustran dentro de un contexto social provocará un impacto perjudicial fuerte respecto a bienestar en ese entorno. Basado en esta teoría se desarrolla un instrumento de medición denominado IMI (*Intrinsic Motivation Inventory*) que es un cuestionario de 22 preguntas en escala Likert. Salazar Mesía et al. (2016) utilizan una adaptación de dicho instrumento para medir la motivación intrínseca en una experiencia de uso de RA para la enseñanza de la programación.

Un estudio reciente (Bursztyn et al; 2017) que utiliza la RA para abordar el tema de las salidas a campo en cursos introductorios de las carreras de geociencias, utiliza un cuestionario denominado *GeoScience Interest Survey* (GeoS) para medir motivación. El mismo es un subconjunto modificado del cuestionario *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) propuesto por Pintrich, Smith, García y McKeachie (1991), que permite evaluar si el contenido del curso resultó interesante, útil e importante para el estudiante. Estos autores también relacionan el compromiso del estudiante en relación a sus cambios en la motivación a lo largo de la intervención pedagógica a analizar.

El cuestionario consta de 15 ítems adaptados a la temática abordada, y utiliza una escala de Likert de 5 puntos.

Estos estudios muestran una utilización en todos los casos de cuestionarios estandarizados para la medición de la motivación de los estudiantes.

Usabilidad

Otra de las variables que suele observarse en el diseño de materiales educativos digitales es la usabilidad. Ésta es entendida como “*la calidad de uso de un producto*” resultante de la interacción entre el usuario y el producto, en este caso de software, en un contexto (físico, social, técnico y organizacional) determinado. (Sanchez Riera, 2013).

Bevan (1995) define como componentes de la usabilidad:

- Eficacia: grado de exactitud con que se realizan las tareas cumpliendo los objetivos para los que está diseñado,
- Eficiencia: rapidez para realizar las tareas para las que ha sido diseñado
- Satisfacción: cumplimiento de las expectativa para mantener la motivación del usuario.

En el caso particular de experiencias con tecnología de RA para móviles, Sanchez Riera (2013) propone un cuestionario de usabilidad, que busca recolectar datos de estas componentes (eficacia, eficiencia y satisfacción) tomando como base los trabajos de Kaufmann & Duenser (2007), Green et al. (2008), S. J. Henderson & Steven Feiner (2009), y Hornbak (2006).

Otro de los marcos teóricos más usado para analizar la usabilidad es el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM). Este modelo se basa en dos conceptos: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida definidos por Davis et al. (1989) como:

- Utilidad percibida: grado en que una persona cree que el uso de un sistema particular mejoraría su desempeño en el trabajo. Por ejemplo en el contexto del aprendizaje, si el usuario cree que un sistema/MED daría beneficios positivos para el aprendizaje.
- Facilidad de uso percibida: grado en que una persona cree que el uso de un sistema está libre de esfuerzo

El modelo TAM (Teo, 2009; Sun & Cheng, 2009) permite explicar los determinantes que estimulan el uso de la tecnología (Davis, 1989, Davis, Bagozzi y Warshaw, 1989). En el modelo TAM original (ver figura 1), la aceptación de un sistema está representada por: la intencionalidad de usarlo (ITU), que está determinada por la actitud del usuario hacia el uso del sistema (ATU) y la utilidad percibida (PU) que a su vez se determina por la facilidad de uso percibida (PEU). La actitud hacia el uso de un sistema (ATU) está determinada por las percepciones de los usuarios sobre la utilidad (PU) y facilidad de uso del sistema (PEU). Además, la utilidad percibida (PU) y la facilidad de uso percibida (PEU) pueden verse afectadas por diversas variables externas (características del usuario, características del sistema, configuración en la que se utiliza el sistema, etc).

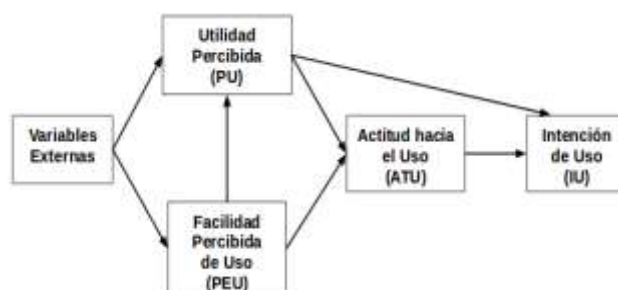


Fig 1: Interpretación del modelo TAM original. Adaptado de Di Serio et al. 2013

Más adelante, Davis et al. (1992) hicieron una modificación al modelo, incluyendo el disfrute percibido (PE) como un componente de motivación intrínseca y entendiéndolo como el grado en que la actividad de usar un determinado medio digital se percibe como agradable en sí misma.

El modelo TAM ha sido usado para el diseño de cuestionarios para medir la usabilidad. En Tullis y Albert (2008) se presenta una muestra de aquellos específicamente diseñados para evaluar distintos aspectos de la usabilidad, cuya validez y fiabilidad ha sido demostrada.

El modelo TAM también es utilizado para evaluar la actitud de los usuarios hacia experiencias con tecnología de RA (Balog y Pribeanu, 2010; Wojciechowski y Cellary; 2013, Fernández Robles 2016, Mao et al; 2017, Garay et al; 2017). En los mismos se consideran los siguientes componentes de la utilidad: estilo de interfaz (IS), utilidad percibida (PU), facilidad de uso percibida (PEU), percepción del disfrute (PE), actitud hacia el uso (ATU) e intención de uso (ITU).

Di Serio et al (2013) proponen medir la usabilidad en forma cualitativa mediante los componentes de calidad identificados por Nielsen (2003):

- Aprendizaje: facilidad para los usuarios de realizar tareas básicas la primera vez que se encuentran con el diseño.
- Eficiencia: rapidez con que pueden realizar tareas los usuarios una vez que han aprendido el diseño.

- **Facilidad de ser recordado:** es decir, la facilidad con que los usuarios pueden restablecer su competencia cuando vuelven al diseño después de un período de no usarlo.
- **Errores:** cantidad de errores que cometen los usuarios, qué tan graves son estos errores y qué tan fácil pueden recuperarse de los errores.
- **Satisfacción:** cuán agradable es usar el diseño para el usuario.

Por otra parte, Santos et al. (2014), observaron dos objetivos en los procesos de evaluación: mostrar si una experiencia resulta beneficiosa para el aprendizaje, y medir la experiencia del usuario y descubrir posibles mejoras. En particular las variables en las que hacen foco son: facilidad de uso, utilidad e intención de uso.

Conclusiones y Trabajos Futuros

Luego de la revisión realizada se puede observar que en la evaluación de MED que integran actividades de RA se analizan principalmente variables como motivación de los estudiantes y docentes al utilizarlos, por un lado, y usabilidad, por otro lado. Se observa la utilización de métodos de análisis cuantitativos, en particular, a través del uso de cuestionarios estandarizados con escala de Likert. Santos et al. (2014) también observan esta cuestión y proponen complementar este análisis a partir de la utilización de entrevistas, observación y codificación de los comportamientos que tienen lugar en la interacción con los materiales de RA, y por último la revisión por parte de expertos. En relación a las entrevistas, éstas permiten conocer la aceptación de la tecnología y las posibles ventajas que las experiencias representan en la práctica docente. Asimismo, las entrevistas resultan un método ideal cuando las personas entrevistadas son niños pequeños o personas con discapacidad (Santos et al; 2014).

Otra cuestión a destacar es la extensión de los cuestionarios utilizados (más de 20 preguntas), lo cual puede desalentar al participante. Recientemente una investigación de la Universidad de Sevilla (Cabero et al; 2017), presenta un instrumento centrado en el usuario de objetos de aprendizaje con RA, que permite evaluar: aspectos técnicos y estéticos, facilidad de utilización así como también la guía elaborada para facilitar la comprensión del funcionamiento del objeto, por parte de los usuarios. El instrumento consta solo de 13 ítems siguiendo una escala tipo Likert.

En base a esta revisión nos proponemos como trabajo a futuro, el diseño de un instrumento que permita evaluar MED que integren actividades RA no sólo a través de sus aspectos tecnológicos, sino también cuestiones vinculadas a lo pedagógico y al aprendizaje.

En este sentido se cree, como señalan Cabero y Barroso (2016), que la inclusión de la tecnología de RA en los procesos de formación, da lugar a la creación de “escenografías educativas enriquecedoras” que traspasan lo tecnológico.

Bibliografía

- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications*, IEEE, 21(6), 34-47.
- Avendaño, V. y Domínguez, L. A. (2012). Realidad aumentada: Una exploración al escenario de la virtualidad educativa. Madrid: Editorial Académica Española.
- Bolliger, D. U., Supanakorn, S., & Boggs, C. (2010). Impact of podcasting on student motivation in the online learning environment. *Computers & Education*, 55(2), 714-722.
- Bursztyn, N., Walker, A., Shelton, B., & Pederson, J. (2017). Increasing undergraduate interest to learn geoscience with GPS-based augmented reality field trips on students' own smartphones. *GSA Today*, 27(5), 4-11.
- Cabero, J. y Barroso, J. (2015). Realidad Aumentada: posibilidades educativas. En Ruiz-Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Edit.). *Innovaciones con tecnologías emergentes*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Correa, Luis F. (2006). El confuso universo de los Objetos de Aprendizaje. http://www.universia.net.co/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=5082.
- Da Silva, M. M., Roberto, R. A., Teichrieb, V., & Cavalcante, P. S. (2016). Towards the development of guidelines for educational evaluation of augmented reality tools. In *K-12 Embodied Learning through Virtual & Augmented Reality (KELVAR)*, *IEEE Virtual Reality Workshop* on (pp. 17-21). IEEE.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.
- Nielsen, J. (2003). Usability 101: Introduction to usability, Jakob Nielsen's Alertbox. <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>.
- Fernández-Pampillón, A.; Domínguez, E.; De Armas, I. (2012). Herramienta para la revisión de la Calidad de Objetos de Aprendizaje Universitarios (COdA). Consultado en febrero de 2012 en: <http://eprints.ucm.es/12533/>
- Fernandez Robles, Bárbara (2016). Factores que influyen en el uso y aceptación de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en estudios universitarios de Educación Primaria. En *Revista Edmetec*, 6(1), 2017, E-ISSN:2254-0059; pp.203-219
- Garay Ruiz, U., Tejada Garitano, E., & Castaño Garrido, C. (2017). Percepciones del alumnado hacia el aprendizaje mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada.
- García, E. (2010). Materiales Educativos Digitales. Blog Universia. Recuperado de <http://formacion.universiablogs.net/2010/02/03/materiales-educativos-digitales/>
- Green, M., Sulbaran, T. (2006). *Motivation assessment instrument for virtual reality scheduling simulator*. In *Proceedings of world conference on e-learning in corporate, government, healthcare, and higher education* (pp. 45-59).

- Henderson, S. J., & Feiner, S. (2009, October). Evaluating the benefits of augmented reality for task localization in maintenance of an armored personnel carrier turret. In *Mixed and Augmented Reality, 2009. ISMAR 2009. 8th IEEE International Symposium on* (pp. 135-144). IEEE.
- Hornbæk, K. (2006). Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. *International journal of human- computer studies*, 64(2), 79-102.
- Kaufmann, H., & Dünser, A. (2007). Summary of usability evaluations of an educational augmented reality application. *Virtual Reality*, 660-669.
- Keller, J. M., & Kopp, T. W. (1987). An application of the ARCS Model of Motivational Design.
- Keller, J. M. (2010). The Arcs model of motivational design. In *Motivational Design for Learning and Performance* (pp. 43-74). Springer US.
- Mao, C. C., Sun, C. C., & Chen, C. H. (2017). Evaluate Learner's Acceptance of Augmented Reality Based Military Decision Making Process Training System. In *Proceedings of the 5th International Conference on Information and Education Technology* (pp. 73-77). ACM.
- Pintrich, P.R., Smith, D., Garcia, T., and McKeachie, W., 1991, A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ): Ann Arbor, Michigan, The University of Michigan, 76 p.
- Rodgers, D. L., & Withrow-Thorton, B. J. (2005). The effect of instructional media on learner motivation. *International Journal of Instructional Media*, 32(4), 333.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67.
- Salazar Mesia, N., Sanz, C., & Gorga, G. (2016). Experiencia de enseñanza de programación con realidad aumentada. In *Actas de las XXII JENUI* (pp. 213-220). Universidad de Almería.
- Sánchez Riera, A. (2013). Evaluación de la tecnología de realidad aumentada móvil en entornos educativos del ámbito de la arquitectura y la edificación. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.